

**RÖNTGENKINEMATOGRAPHISCHE STUDIEN ÜBER
DIE BEWEGUNG DER KONDYLEN IM KIEFERGELENK
WÄHREND EINER STÜTZSTIFTREGISTRIERUNG**

Reinhard Hossner

1973

Aus der Prothetischen Abteilung
(Vorstand: Prof. Dr. E.Kraft)
der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität München

RÖNTGENKINEMATOGRAPHISCHE STUDIEN
ÜBER DIE BEWEGUNG DER KONDYLEN IM KIEFERGELENK
WÄHREND EINER STÜTZSTIFTREGISTRIERUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Reinhard Hossner

München

1973



Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dr. P. Fuchs

Mitberichterstatter: Prof. Dr. E. Kraft

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 31. Juli 1973

Meinen Eltern gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. <u>Einleitung</u>	1
II. <u>Anatomische Voraussetzungen</u>	2
1. Das Kiefergelenk	2
2. Die Kaumuskulatur	2
a) Elevatoren	3
b) Depressoren	4
3. Gelenk- und Kieferbewegungen	5
a) in der Vertikalebene	5
b) in der Horizontalebene	7
c) Einfluß der Okklusion auf die Bewegung des Unterkiefers	8
III. <u>Literaturübersicht</u>	11
1. Registrierung der sagittalen Unter- kieferlage auf einer Horizontalebene	11
a) Extraorale Bißregistrierung nach GYSI	11
b) Schluckbißnahme nach HROMATKA	11
c) Intraorale Stützstiftmethode	12
d) Terminale Scharnierachse	12
e) Bestimmung des Adduktionspunktes	14
2. Ergebnisse vergleichender Untersuchungen	15
IV. <u>Problemstellung</u>	18

	Seite
V. <u>Eigene Untersuchungen</u>	19
1. Wahl der Untersuchungsmethode	19
2. Beschreibung der Untersuchungsmethode	21
a) Versuchsanordnung	21
b) Versuchsdurchführung	22
c) Auswertung	23
VI. <u>Ergebnisse</u>	25
1. Darstellung der Ergebnisse	25
2. Auswertung der eigenen Ergebnisse	46
VII. <u>Diskussion</u>	48
1. Kritik der Untersuchungsmethode	48
2. Schlußfolgerungen	49
VIII. <u>Zusammenfassung</u>	51
IX. <u>Literaturverzeichnis</u>	53

I. EINLEITUNG

Das Kiefergelenk nimmt im Gelenk- und Bandapparat des Menschen eine besondere Stelle ein. Durch seine lockere Führung kann sich der Unterkiefer innerhalb weiter Grenzen bewegen. Andererseits führen schon geringe Lageveränderungen des Unterkiefers, die durch äußere Einflüsse entstehen, wie z.B. Verlust von Zähnen, Einbringen von zu hohen Füllungen und Eingliedern von Prothesen ohne Paßform, zu Schmerzen in diesem System (COSTEN (7)). Man ist deshalb bemüht, eine "Normlage" des Unterkiefers zu finden. Dazu werden speziell für die Lagebestimmung des Unterkiefers in sagittaler Richtung in der Literatur zahlreiche Methoden angegeben, die REICHENBACH und HAGEN (50) in einer Übersicht zusammengestellt haben. Diesen Methoden ist eines gemeinsam, nämlich die Aufzeichnung von Bewegungen, die irgendein angenommener Fixpunkt ausführt. Auf das wirkliche Verhalten der Kondylen im Kiefergelenk wird nur am Rande eingegangen.

In dieser Arbeit soll die Kondylenbewegung während einer Registrierung beobachtet werden, deren Methode eine funktionelle Einstellung der Bißlage ergeben soll (KOBES (31, 32)). Allerdings können die Beobachtungen nur in einer Bewegungsstudie gemacht werden, da nach FRÖHLICH (12) beim Auswerten eines Röntgenbildes ein exaktes Ausmessen nicht möglich ist.

II. ANATOMISCHE VORAUSSETZUNGEN

1. Das Kiefergelenk

Das Kiefergelenk wird gebildet aus dem Proc. condylaris mandibulae und der Fossa mandibularis mit dem Tuberculum articulare des Schläfenbeins. Dabei sind Gelenkgrube und Gelenkbahn von Faserknorpel überzogen. Eine zweite Gelenkkapsel umfaßt das gesamte Gelenk. Mit ihr fest verwachsen ist ein Discus articularis aus Faserknorpel, der das Gelenk in zwei Kammern unterteilt. Am Vorderrand des Discus inseriert die Sehne des oberen Anteils des M. pterygoideus lateralis. Verstärkt wird die Gelenkkapsel nur durch das Lig. laterale (oder auch temporomandibulare), das sich von der Basis des Jochbogens bis zur lateralen Fläche des Kondylenhalses erstreckt. Durch den Faserverlauf dieses Bandes wird die Beweglichkeit des Kondylus nach dorsal begrenzt (HAYEK (18), POSSELT (46)). Die zwei anderen Bänder, die sich noch am Unterkiefer befestigen, das Lig. sphenomandibulare und das Lig. stylomandibulare, stehen mit dem Kiefergelenk nicht in Verbindung (SOBOTTA-BECHER (56)).

2. Die Kaumuskulatur

Durch den beschriebenen Bandapparat wird das Gelenk nur unvollständig geführt. Deshalb spielt die Kaumuskulatur bei der Unterkieferbewegung eine wichtige Rolle. Die Kaumuskulatur kann in zwei Gruppen unterschieden werden: Die Schließmuskeln oder Elevatoren, die direkt auf den Unterkiefer wirken, und die Mundöffner oder Depressoren, die ihre Kraft nur

indirekt auf den Unterkiefer übertragen können.

a) Elevatoren

Der M. masseter besteht aus zwei Teilen: der Pars superficialis, die sehnig am unteren Rand des Jochbogens entspringt und der Pars profunda, die am hinteren Teil des unteren Randes und der inneren Fläche des Jochbogens inseriert. Beide Anteile besitzen den gemeinsamen Ansatz an der lateralen Fläche des Ramus mandibulae vom Kieferwinkel bis zur Basis des Muskelfortsatzes. Der tiefe Muskelanteil liegt nur in einem kleinen Dreieck vor dem Kiefergelenk frei. Dem vertikalen Verlauf seiner Muskelfasern entsprechend übernimmt der M. masseter die reine Schließbewegung des Unterkiefers.

Der M. temporalis entspringt fächerförmig in der Fossa temporalis und am tiefen Blatt der Fascia temporalis. Die Muskelfasern enden in einer Sehne, die hinter dem Jochbogen vorbeizieht und an der Spitze und der medialen Fläche des Muskelfortsatzes des Unterkiefers inseriert. An der Basis des Muskelfortsatzes können sie sich mit den Fasern des M. masseter vermischen. Die breite Ansatzfläche des M. temporalis ergibt eine divergierende Verlaufsrichtung der Muskelfasern. Als Elevator wirkt der Muskel nur, wenn alle Muskelanteile gleichmäßig aktiviert werden.

Vom M. pterygoideus lateralis ist nur der untere Anteil noch zu den Elevatoren zu zählen. Er entspringt der Lamina lateralis des Proc. pterygoideus und zieht zur Fovea pterygoidea des Proc. condylaris mandibulae. Seine Zugrichtung entfaltet er nach vorne oben.

Dieser Muskelanteil wird zum Teil bedeckt vom M. pterygoideus medialis, der an der Fossa pterygoidea entspringt und an der Innenfläche des Unterkieferastes gegenüber dem M. masseter ansetzt, dem er auch in seiner Funktion entspricht.

b) Depressoren

Der M. pterygoideus lateralis besteht aus zwei Teilen: der untere Anteil wurde schon bei den Elevatoren angeführt, der obere Anteil entspringt der Crista infratemporalis und geht durch die Gelenkkapsel in den Discus articularis über.

Durch seine fast waagrechte Zugrichtung ist der M. pterygoideus lateralis wesentlich an der Protrusionsbewegung des Unterkiefers beteiligt. Kontrahieren sich die Flügelmuskeln beider Seiten gleichzeitig, so bewegen sich die Kondylen nach vorne unten und ziehen den Unterkiefer nach vorne.

Kontrahiert sich dagegen nur einer der Muskeln, so wird der Unterkiefer nach der jeweils gegenüberliegenden Seite gezogen; er führt die sog. BENNET'sche Lateralbewegung durch (siehe Abb. 2).

Durch den Ansatz des M. pterygoideus lateralis im Drehpunkt des Unterkiefers kann er nicht direkt an der Öffnungs- bzw. Schließbewegung teilhaben. Er ermöglicht aber durch die Protrusionsbewegung eine weitere Öffnung des Unterkiefers, wie er andererseits die Retrusionsbewegung des Kiefergelenkköpfchens beim Schließen bremst (PUFF (47)).

Der M. digastricus wird am Zungenbeinrand durch eine kurze Zwischensehne in zwei Bäuche getrennt. Diese Sehne ist durch kurze Sehnenzüge am Seitenrand des Zungenbeinkörpers befestigt. Der hintere Bauch des

Muskels setzt an der Incisura mastoidea des Os temporale an, der vordere an der Fossa digastrica des Unterkieferkörpers.

Der M. mylohyoideus entspringt von der Linea mylohyoidea des Unterkiefers und verbindet sich in der Mitte des Mundbodens in der Raphe mylohyoidea mit dem Muskel der Gegenseite. Auf diese Weise bilden sie eine Muskelplatte im Mundboden. Die dorsale Begrenzung bildet der obere Rand des Zungenbeinkörpers.

Der M. geniohyoideus zieht von der Spina mentalis zur Vorderfläche des Zungenbeinkörpers.

Die Wirkung dieser drei Muskelgruppen hängt von der Fixierung des Zungenbeins ab. Befindet sich dieses in seiner kaudalen Position, so können sie den Unterkiefer senken.

3. Gelenk- und Kieferbewegungen

a) in der Vertikalebene

POSSELT (46) untersuchte die Öffnungs- und Schließbewegung des Unterkiefers auch unter Ausschaltung der Kaumuskulatur (durch Narkotisierung des Patienten) und konnte auf diese Weise die Grenzen der Beweglichkeit des Unterkiefers darstellen (siehe Abb. 1). Dabei unterschied er eine anteriore und eine posteriore Bewegung.

Bei der anterioren Öffnungs- und Schließbewegung (von F nach E) befindet sich der Unterkiefer in seiner maximalen Protrusionsstellung. Nach POSSELT (46) ist diese Bewegung ohne praktische Bedeutung. Wichtig

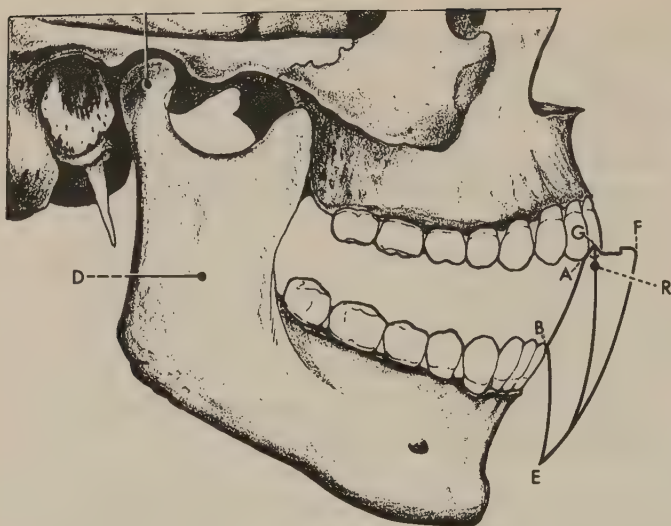


Abbildung 1

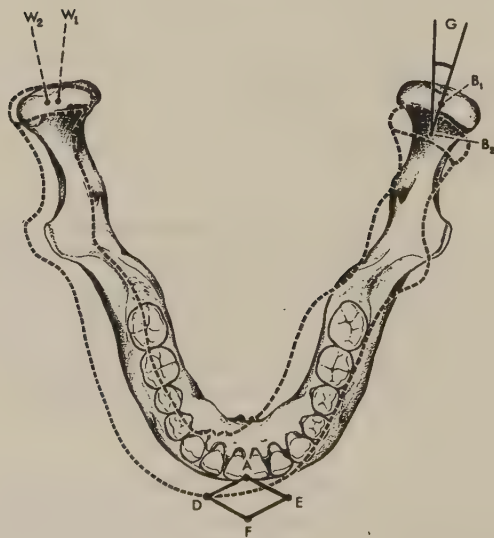


Abbildung 2

ist dagegen der Bewegungsablauf in der dorsalen Position (Punkt A), die durch die Bänder des Kiefergelenks und durch die Gelenkkapsel bestimmt wird (ligamentous position, terminal hinge axis position).

Die erste Bewegungsphase (von A nach B) ist eine reine Scharnierbewegung um eine Achse, die durch die beiden Kondylen verläuft (terminale Scharnierachse). Bei weiterer Mundöffnung (über Punkt B hinaus) bewegen sich die Kondylen aus der Dorsalposition nach vorne unten. Die Rotationsbewegung geht in eine Dreh-Gleitbewegung über, die bis zur maximalen Mundöffnung des Unterkiefers führt (Punkt E).

Die habituell ausgeführte Öffnungs- und Schließbewegung (muscle memory (RAMFJORD, ASH (49)) verläuft auf einer Bahn (von G nach E), die innerhalb dieser Grenzen liegt.

b) in der Horizontalebene

Ebenso wie bei der Öffnungs- und Schließbewegung läßt sich dieser Bewegungsrahmen des Unterkiefers bei Transversalbewegungen bestimmen (RAMFJORD, ASH (49)). (siehe Abb. 2)

Man kann sich dabei des von GYSI (14, 17) angegebenen Registriergerätes bedienen. Es besteht aus einem Schreibtablett und einem Registrierstift, die am Unter- bzw. Oberkiefer befestigt werden. Bewegt sich der Unterkiefer aus seiner Distalposition (Punkt A) heraus nach einer Seite, der sog. Arbeitsseite, so erfährt der entsprechende Kondylus nur eine Rotation. Der Kondylus der Gegenseite, die als Balanceseite bezeichnet wird, bewegt sich nach vorne unten innen (von B1 nach B2). Auf dem Registriertablett entspricht diese Bewegung der Strecke AD bzw. AE. GYSI bezeich-

nete diese Figur als Gotischen Bogen. Der Punkt A kennzeichnet dabei die Schlußbißstellung. Geht man von der größtmöglichen Mesialposition (Punkt F) des Unterkiefers aus, so wird sich der Kondylus der Arbeitsseite nach dorsal bewegen, was in der Zeichnung der Strecke FD bzw. FE entspricht.

c) Einfluß der Okklusion auf die Bewegung des Unterkiefers

Die bis jetzt in der Abbildung 1 beschriebenen Punkte resultieren aus dem Zusammenspiel von Muskulatur und Bandapparat. Bei der Bestimmung der restlichen Punkte tritt als wichtiger Faktor die Okklusion hinzu. Als Okklusion bezeichnet man allgemein den Zusammenschluß der Zahnreihen von Ober- und Unterkiefer. Die weiteren damit in Zusammenhang stehenden Begriffe wurden in den Definitionen der Deutschen Gesellschaft für Prothetik und Werkstoffkunde (1965) erläutert:

1. Okklusion: Jeder Kontakt zwischen OK- und UK-Zähnen.
2. Zentrale Okklusion: Zusammenschluß der OK- mit den UK-Zähnen bei aufrechter Körperhaltung in Dorsalposition des Unterkiefers, in der noch zwanglos Lateralbewegungen durchgeführt werden können (auch: retrudierte Kontaktposition).
3. Habituelle Okklusion: Zusammenschluß der OK- mit den UK-Zähnen im maximalen Vielpunktkontakt. Die knapp dorsal liegende, zentrale Okklusion begrenzt mit ihr ein Okklusionsfeld.
4. Ausgeglichene Okklusion: Ein Zustand, bei dem die Antagonisten in allen vier Stützzonen gleichzeitig

und gleichmäßig miteinander okkludieren.

5. Traumatische Okklusion: Ein Zustand, bei dem die Belastung einzelner Zähne oder Zahngruppen zu pathologischen Veränderungen an Paradontien, Kieferkammgeweben oder Kiefergelenken geführt hat.
6. Artikulation: Die Antagonistenkontakte bei Gleitbewegungen des Unterkiefers.
7. Ausgeglichene Artikulation: Gleichzeitiger Kontakt zwischen den Antagonisten in allen vier Stützzonen bei Gleitbewegungen des Unterkiefers aus der oder in die habituelle und -oder die zentrale Okklusion.
8. Bißnahme: Maßnahmen zur dreidimensionalen Festlegung der Unterkieferposition gegenüber der des Oberkiefers.
9. Ruheschwebe: Unbewußte Abstandshaltung des UK vom OK in aufrechter Körper- und gerader Kopfhaltung, wenn die Kau- und Gesichtsmuskulatur sich im Zustand geringster Kontraktion befindet.
10. Zentrale Relation: Dorsalposition des zahnlosen Unterkiefers bei festgelegter vertikaler Dimension, aus der noch zwanglos Lateralbewegungen durchgeführt werden können.

Schließt sich der Unterkiefer, während sich die Kondylen in der terminalen Scharnierachsenposition befinden, so treffen die Zahnreihen von Ober- und Unterkiefer in einer Position aufeinander, die als retrudierte Kontaktposition (Punkt A) bezeichnet wird. Die Strecke A nach G beschreibt das Abgleiten des Unterkiefers aus der zentralen in die habituelle Okklusion.

Eingeschlossen wird dabei das Okklusionsfeld, das möglichst klein sein soll. Frühkontakte und schiefe Ebenen können hier ihren störenden Einfluß bemerkbar machen. Die weitere Protrusionsbewegung des Unterkiefers nach F wird ebenfalls durch die Okklusionsflächen der Zähne bestimmt, doch ist diese Bewegung ohne praktische Bedeutung.

III. LITERATURÜBERSICHT

1. Registrierung der sagittalen Unterkieferlage auf einer Horizontalebene

a) Extraorale Bißregistrierung nach GYSI

GYSI (14) beschrieb ein extraorales Registriergerät zur Bestimmung der Schlußbißstellung bei zahnlosen Patienten. Dazu befestigte er einen Schreibstift an der oberen Bißschablone und ein Registriertablett mit Wachs an der unteren. Damit ließ er den Patienten Seitwärtsbewegungen ausführen und erhielt den Gotischen Bogen oder auch Pfeilwinkel in das Wachs eingegraben. Die Spitze des Bogens bezeichnete ihm die gesuchte Unterkieferlage. GYSI beobachtete Patienten, die den Unterkiefer noch hinter diesen Punkt zurückführen konnten. Doch ging er von der Pfeilwinkelspitze zur Bestimmung des Schlußbisses nicht ab.

b) Schluckbißnahme nach HROMATKA

HROMATKA (23, 24) fordert ebenfalls einen genau bestimmbaren und jederzeit reproduzierbaren Ausgangspunkt zur Festlegung der Bißlage. Er bedient sich dabei der Schluckbewegung, die schon früher rein empirisch zur Lagebestimmung der Kiefer herangezogen wurde. Durch den reflektorischen Bewegungsablauf des Schluckaktes schließt er eine unphysiologische Belastung der Kaumuskulatur aus. Zugleich versucht er, auf einem funktionellen Weg eine rückwärtige Unterkieferposition zu erreichen.

c) Intraorale Stützstiftmethode

GERBER (13, 14, 15) übernimmt von GYSI die Registrierung des Gotischen Bogens. Doch verlegt er Registrierstift und Schreibtablett intraoral. Die Abstützung durch die Bißschablonen entfällt. Der Registrierstift wird zum Stützstift.

Durch die sich jetzt ergebende Dreipunktabstützung des Unterkiefers ist nach GERBER eine korrekte gelenkbezügliche Bestimmung der Zentrallage des Unterkiefers möglich. Er empfiehlt deshalb die enorale Aufzeichnung des Pfeilwinkels auch zur Okklusionsdiagnostik und Okklusionstherapie teil- und voll-bezahnter Gebisse.

JAHN (27) benutzt dieselbe Technik der Pfeilwinkelregistrierung, bestimmt aber als Unterkieferposition einen Punkt, der 0,5 mm bis 0,75 mm dorsal des Pfeilwinkels liegt.

KÜHL und ROSSBACH (38) überprüften an einer Reihe von neu eingegliederten Prothesen die jeweilige Einstellung der Unterkieferlage. Sie stellten darauf jeweils Vergleichsprothesen mit verschiedenen Bißlagen her und überließen sie den Patienten zum probeweisen Tragen. Nach einer Eingewöhnungszeit konnten die Patienten die Prothese auswählen, die ihnen am angenehmsten erschien. Dabei wurden nach KÜHL eindeutig die Prothesen bevorzugt, deren Bißlage 0,5 mm bis 1 mm hinter der Pfeilwinkelspitze eingestellt war.

d) Terminale Scharnierachse

Unter den vielen Versuchen, die Bewegung des Unterkiefers zu erklären, findet sich auch eine Beobachtung SICHERS (54), die "reine Scharnierbewegung des

Unterkiefers". Durch Übung konnte er diese Scharnierbewegung willkürlich ausführen lassen.

SCHWARZ (52) beschrieb ebenfalls eine reine Scharnierbewegung, die aber im Gegensatz zu SICHER nicht willkürlich durchgeführt wurde. Er erreichte sie bei Patienten, die den Kopf so weit wie möglich nach dorsal überstreckten und damit den Unterkiefer nach rückwärts zogen. Zudem konnte er diese Bewegung an Schlafenden beobachten, deren Kaumuskulatur völlig erschlafft war.

Erst mit POSSELT (46) und seiner Studie der Unterkiefergrenzbewegungen wurden diese Einzelbeobachtungen in einen größeren Rahmen einbezogen.

Die Unterkieferlage, in der diese Scharnierbewegung möglich ist, wird als Ligamentposition bezeichnet. Sie stellt die rückwärtigste Position des Unterkiefers dar und wird nur durch die Gelenkkapsel und ihre Verstärkungsbänder bestimmt. Dabei führen die Kondylen bis zu einer Mundöffnung von durchschnittlich 20 mm eine reine Rotationsbewegung aus. Erst bei weiterer Öffnung des Mundes setzt die Transversalbewegung der Kieferköpfchen ein. Die Drehachse des Unterkiefers verläuft bei dieser Bewegung durch die beiden Kondylen. Sie wird deshalb terminale Scharnierachse (terminal hinge axis) genannt.

Zahlreiche Untersuchungen bestätigen die Eindeutigkeit und genaue Reproduzierbarkeit dieser terminalen Scharnierachsenposition (LAURITZEN und BODNER (40), LUCIA (42), SPIRGI und NICOLAS (57), FOX (10), KÜHL (36) und ROSSBACH (39), ARAMANY (1)).

Allerdings kann diese Position meist nur unter manueller Repulsion des Unterkiefers erreicht werden, weshalb sie als sog. forced position von manchen Autoren zugunsten einer "unstrained position" (ATWOOD (2)) abgelehnt wird. Darauf soll im nächsten Kapitel eingegangen werden.

e) Bestimmung des Adduktionspunktes

Diese Registriermethode beruht nicht mehr auf einer passiven Einstellung der retrudierten Unterkieferlage, sondern auf dem Versuch, eine Stellung des Unterkiefers zu finden, die aus dem Zusammenspiel aller Faktoren des Kauorgans resultiert. Diese Faktoren sind: der Muskeltonus, das Kiefergelenk und die Sensoren in Periodont, Zunge und Mundschleimhaut. Nach RAMFJORD und ASH (49) ergeben sie ein Reflexmuster, das die wirklich ablaufende Unterkieferbewegung (habituelle Schließbewegung) bestimmt. Sie bezeichnen es als sog. Muscle Memory. Diese Untersuchungen bestätigen KROGH-POULSEN (33, 34), VOSS (33) und EICHNER (9), der die Kondylenbewegungen in röntgenkinematographischen Studien darstellt.

Bei allen diesen Registriermethoden ist der Patient angehalten, aktive Öffnungs- und Schließbewegungen durchzuführen, doch ergeben sich bei den einzelnen Autoren Unterschiede in der Durchführung.

FRÖHLICH (11) versucht durch leichte Hackbewegungen die Kaumuskulatur zu ermüden. Er erzielt so ein Trefferfeld auf dem Registriertablett. Danach läßt er den Gotischen Bogen aufzeichnen. Aus der auftretenden Abweichung zwischen Pfeilspitze und Trefferfeld sieht er den Unterschied zwischen zentraler und habitueller Okklusion.

HUPFAUF (25) beobachtet bei dieser Methode, daß das Trefferfeld mit der Pfeilwinkelspitze zusammenfallen oder sich hinter bzw. seitlich der Spitze befinden kann.

SILVERMANN (55) fordert für seine Resultantenbißlage eine normale physiologische Beanspruchung der Kaumuskulatur. Diese wird nach seiner Meinung nur durch energisches Hacken auf die Registrierplatte erreicht.

Ein von ihm durchgeführter Vergleich der Lage des Resultantenbißpunktes zu der Spitze des Gotischen Bogens ergibt Differenzen sowohl in anteriorer als auch in posteriorer Richtung.

KOBES (31, 32) prägte den Begriff der mandibulären Äquilibration. Damit bezeichnet er den Versuch, im gesamten Kauorgan einen physiologischen, ausgeglichenen Bewegungsablauf herzustellen. Dieses Ziel soll durch zwei Maßnahmen erreicht werden.

Als erstes schaltet er die störenden Einflüsse aus, die durch den mangelhaften Zusammenschluß der Zahnreihen entstehen. Zu diesem Zweck wird der Biß so weit gesperrt, daß sich die Okklusionsflächen der Zähne nicht mehr berühren. Zum zweiten will er muskuläre Fehlinformationen abbauen. Deshalb läßt er solange leichte Hackbewegungen ausführen, bis er eine deutliche Ermüdung der Kaumuskulatur beobachtet, was bis zu drei Stunden dauern kann. Der Erfolg des Versuches soll daran erkennbar sein, daß der Stützstift das Registriertablett immer im selben Punkt trifft, das Trefferfeld also verkleinert wird. Dieser Adduktionspunkt und die Fixierung der intermaxillären Distanz geben KOBES die Ausgangsinformationen zur oralen Rehabilitation.

LOSCHER (41) versorgte nach dem von KOBES angegebenen Verfahren eine Reihe von Patienten mit Kiefergelenksbeschwerden. Er konnte darauf durchwegs eine Besserung des Befundes feststellen.

2. Ergebnisse vergleichender Untersuchungen

Die verschiedenen Methoden der Bißlagebestimmung wurden wiederholt zu Vergleichen herangezogen und auf ihre Verwertbarkeit überprüft.

Die von KÜHL (35) zusammen mit FRANK (37) und

ROSSBACH (38) angestellten Untersuchungen zeigten eine praktische Überlegenheit der Stützstiftregistrierung nach GERBER über die sog. Handbißnahme und die Schluckbißnahme nach HROMATKA.

HUPFAUF (26) gibt ebenfalls der Methode GERBERS den Vorzug. Doch bezieht er die Werte, die er bei der Bestimmung des Schluckpunktes und des Adduktionspunktes erhält, mit in seine Untersuchungen ein.

SAUER (51) stellte fest, daß alle Registriermethoden eine Unterkieferlage ergeben, die sich distal der habituellen Okklusion befindet. Er bevorzugte die Bestimmung der Scharnierachse wegen der leichten Reproduzierbarkeit. Bei bestehenden Fehlfunktionen der Kaumuskulatur hält er das Verfahren nach KOBES angezeigt.

DAIMINGER (8) wiederholte die Bißregistrierung mittels Hackbewegungen. Er untersuchte zum einen, wie weit die Ermüdung der Kaumuskulatur das Ergebnis beeinflußt. Zum anderen bestimmte er die Lage des Trefferfeldes zum Ausgangspunkt, zur terminalen Scharnierachse und zur Position, die der Patient beim Schlucken einnimmt. Die Auswertung erfolgte nach der Methode von GRASSO und SHARRY (16), die genormte Registriertabletts in eine entsprechend abgestimmte Haltevorrichtung einspannten und mit einer Mikrometerschraube ausmaßen. Dabei kam DAIMINGER zu dem Schluß, daß eine Ermüdung der Kaumuskulatur erst nach längerer Zeit eintritt. Meßbare und reproduzierbare Werte erhält er schon nach einer halben Stunde. Die an zehn Patienten durchgeführten Messungen zeigten folgendes Ergebnis (siehe Abb. 3):

"Vier Patienten nahmen die Mesialposition ein. Sie bewegten den Unterkiefer um 1,42 mm nach vorn, mit einer mittleren Abweichung von 0,29 mm. Die anderen

sechs Patienten bewegten den Unterkiefer in eine Distalposition, die, bei einer mittleren Abweichung von 0,25 mm, 1,84 mm hinter dem Ausgangspunkt lag. 1,89 mm hinter dem Ausgangspunkt, mittlere Abweichung 0,39 mm, findet man die retrudierte Position, die der Unterkiefer beim Schlucken einnimmt. Durch manuelle Repulsion erhält man 3,03 mm hinter dem Ausgangspunkt die terminale Scharnierachse nach LAURITZEN. Auffallend ist die geringe mittlere Abweichung von 0,08 mm."

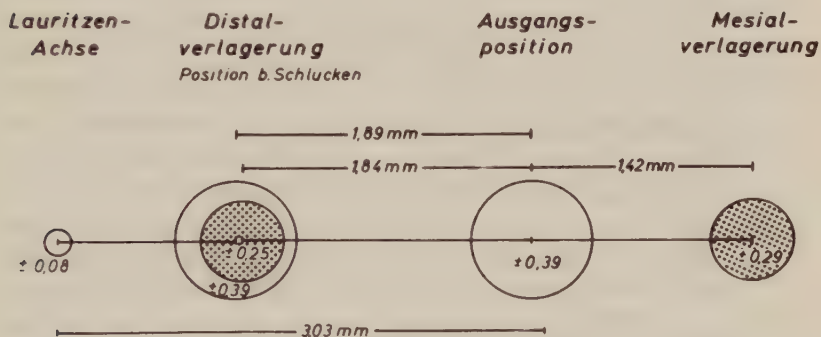


Abbildung 3

DAIMINGER erklärte seine Ergebnisse mit einem physiologischen Bewegungsablauf, der noch nichts mit der Ermüdung der Muskulatur zu tun hat, sondern mit einem koordinierten Zusammenspiel der einzelnen Muskeln.

IV. PROBLEMSTELLUNG

Die Bestimmung des Adduktionspunktes mit der Methode von KOBES führt nach den Untersuchungen von GRASSO und SHARRY (16) und DAIMINGER (8) den Unterkiefer in eine funktionell ausgewogene Lage, die reproduzierbar ist. Diese Beobachtungen ergeben sich aus der Auswertung von Aufzeichnungen des Registrierstiftes auf dem Registriertablett. Ziel dieser Arbeit ist es, die Kondylen während einer solchen Registrierung direkt zu beobachten. Dies kann nur im Röntgenbild geschehen.

Mit Hilfe der Röntgenkinematographie sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Besteht während der Registrierung eine Beziehung zwischen der Aufzeichnung auf dem Registrier-tablett und dem Verhalten der Kondylen?
2. Ergibt sich bei der Registrierung eine funktionelle Achse, um die sich der Unterkiefer bewegt?
3. Sind im Röntgenbild Faktoren erkennbar, die das Ergebnis der Registrierung beeinflussen?

V. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Wahl der Untersuchungsmethode

Mit einer der ersten Einstellungen, die PARMA (45) angab, stellte 1938 BECKMANN (3) die Bewegung des Kieferköpfchens dar. Auch zeigte er eine Bewegungsstudie, die er durch die sog. Flächenkymographie erhielt, einer Abwandlung der von BENNER und JUNK (4) für die Zahnheilkunde beschriebenen Röntgenschichtaufnahme. Allerdings ging er auf dieses Verfahren nicht näher ein. Erst ZIMMER (59) gelang es, diese Methode zu vervollkommen und die Bewegung des Kondylus röntgenologisch festzustellen. Eine weitere Entwicklung kündigte sich erst 1954 an. JANKER (29) kam über Röntgenserienaufnahmen zur Röntgenkinematographie. Aber noch zwei Jahre später klagt MÜLLER (44) über die Mängel dieser Technik. Die ersten guten Ergebnisse zeit 1961 HIELSCHER (20, 21, 22) mit seinen Studien über die kondylären Bewegungsbahnen, denen sich weitere ähnliche Beobachtungen anschlossen (PUFF und KRAUSE (48), EICHNER (9), HEDEGARD, LUNDBERG und WICTORIN (19)).

Neben dieser technischen Weiterentwicklung der Röntgenologie machten die Untersuchungen über die Art der Projektion und die damit erzielte Genauigkeit der Abbildung weitere Fortschritte. MÜLLER (44), STEINHARDT (58), SETZ (53), MAROLT (43) und HIELSCHER (20, 21) untersuchten die einzelnen Aufnahmetechniken, wie sie in den Werken von PARMA (45), JANKER (28) oder CLEMENTSCHITSCH (6) angegeben wurden, auf ihre Aussagekraft in der Diagnostik.

Nach ihren Ergebnissen sind die verschiedenen Aufnahmetechniken für folgende Anwendungsmöglichkeiten geeignet:

- die PARMA-Aufnahme (geöffneter Mund) für die sub-tuberkuläre Positionsdarstellung des Capitulum mandibulae;
- die STEINHARDT-Aufnahme (geschlossener Mund) für die Ermittlung der Relationen im latero-ventralen Kiefergelenkbereich;
- die SCHÜLLER-Aufnahme (geschlossener Mund) für die Lagebeurteilung der Gelenkwalze im dorsalen Kiefergelenkbereich.

MAROLT (43) kommt zusätzlich zu dem Schluß, daß die schräglaterale Aufnahmetechnik die sagittale Lageveränderung des Kondylus äußerst genau wiedergeben kann. Wie weit diese Genauigkeit ausgelegt werden muß, zeigen Berechnungen von FRÖHLICH (12), nach denen der Methodenfehler jeder Kiefergelenksröntgenaufnahme in der Größenordnung von ca. 1 mm liegt. Andererseits bestimmte POSSELT (46) aus Umzeichnungen von Röntgenaufnahmen die Kondylenbewegungen auf 1/10 mm genau. In diesen Größenordnungen bewegen sich die mit den verschiedenen Arten der Stützstiftregistrierung erhaltenen Abweichungen des Unterkiefers vom Ausgangspunkt (DAIMINGER (8)). Daher ist es zwar möglich, Bewegungsstudien mit einer entsprechenden Genauigkeit anzufertigen, eine Kontrolle mit den Aufzeichnungen auf dem Registriertisch muß aber unterbleiben.

2. Beschreibung der Untersuchungsmethode

a) Versuchsanordnung

In den Versuchen wird ein Röntgengerät mit einer Leistung von 75 KV verwendet, das eine Bildwandlerröhre besitzt. Dadurch ist es möglich - bei verhältnismäßig niedriger Strahlenbelastung des Patienten - die gewählte Einstellung auf einem Fernsehmonitor zu überprüfen und zugleich im Film festzuhalten. Durch kardanische Aufhängung von Bildröhre und Bildwandlerteil kann jede Projektionsrichtung durch Fernsteuerung eingestellt werden.

Für die im Versuch geforderte schräglaterale Projektion erwiesen sich folgende Werte als zweckmäßig: $12^{\circ} \pm 2^{\circ}$ von cranial und bis max. 5° von dorsal, um das Os petrosum auszublenden. Der Abstand Röntgenröhre - Kopf beträgt ca. 80 cm, der Aufnahmeteil liegt dem Gesicht an. Daraus ergibt sich ein Vergrößerungsfaktor von 1:1,2. Der Unterschied in der Abbildungsgröße beider Kondylen ist zu vernachlässigen.

Da sich der Versuch über eine halbe Stunde erstreckt, ist es nötig, den Probanden so zu fixieren, daß es zu keiner Verkrampfung der Muskulatur kommt. Das kann nach unseren Erfahrungen nur durch dessen Horizontal-lagerung erreicht werden. Wenn darauf geachtet wird, daß der Kopf weder dorsal noch ventral geneigt wird, treffen auch die von SICHER (54) angegebenen Beobachtungen einer unwillkürlich reinen Scharnierbewegung nicht zu.

Die Filmaufnahmen werden mit einem 35 mm Schwarz-Weiß-Film durchgeführt. Der Film läuft dabei mit einer Geschwindigkeit von 24 Bildern/sec. ab. Das Einschalten

der Filmkamera erfolgt ferngesteuert, ohne den Probanden zu beeinflussen.

b) Versuchsdurchführung

Nach Alginatabdrücken werden für Oberkiefer und Unterkiefer zwei Gipsmodelle hergestellt und darauf individuelle Platten aus kalthärtendem Kunststoff angefertigt. Diese können im Mund durch geeignete Klammern oder gegebenenfalls durch eine Zinkoxid-Eugenol-Paste fixiert werden. Im Unterkiefer wird in der Höhe des Gingivalsaumes eine Platte aus sandgestrahltem Nirosta-Stahl parallel zur Okklusionsebene befestigt. An der Oberkieferplatte wird ein Stützstift so montiert, daß er das Nirosta-Blech genau senkrecht in Höhe der Verbindungslinie der ersten Prämolaren trifft. Nach Einsetzen der Platten sperrt man die Kiefer gerade so weit, daß sich die Zähne nicht mehr berühren. Nach leichten Hackbewegungen kann man auf der Registrierplatte den Ausgangspunkt feststellen und durch eine kleine Bohrung markieren.

Jetzt wird der Proband auf den Beobachtungstisch gelegt und der Kopf durch Gummiformteile in einer Lage gehalten, die der bei aufrechter und gestreckter Körperhaltung entspricht. Die Lage des Kondylus wird durch Palpation ermittelt und auf der Haut angezeichnet. Durch diese Markierung soll später der Röntgenstrahl gehen. Man bringt jetzt das Röntgengerät in die gewünschte Position und richtet durch eine eingebaute optische Zieleinrichtung den Verlauf des Zentralstrahls ein. Die Einstellung wird dann auf dem Monitor überprüft. Der Proband wird nun angewiesen, schnelle Hackbewegungen auszuführen. Die Mundöffnung sollte dabei ca. 5 mm nicht überschreiten. Durch die

damit verbundene geringere Längenänderung der Kaumuskulatur wird die Geschwindigkeit der Hackbewegungen leichter beibehalten. Auf diese Weise stellt sich eher ein physiologischer Bewegungsablauf in der Kaumuskulatur ein.

Während der nächsten halben Stunde der Registrierung wird bei gleicher Einstellung alle fünf Minuten eine Filmszene von ca. 8 - 12 Sekunden Dauer angefertigt, um eine Übersicht über die in dieser Zeit ausgeführten Unterkieferbewegungen zu erhalten.

c) Auswertung

Die Auswertung der Bewegungsstudien erfolgt nach zwei Richtungen. Einmal ist es nötig, die Ergebnisse der Registrierung zu erfassen. Diese Messungen der Abweichung des Trefferfeldes vom Ausgangspunkt erfolgen nach GRASSO und SHARRY (16) mit einer Mikrometerschraube. Die dabei erhaltenen Ergebnisse stellen bei unseren Versuchen nur Orientierungswerte dar. Sie sollen trotzdem mit erwähnt werden.

Zum anderen erfordert die Darstellung der Bewegung der Kondylen im Kiefergelenk eine Auswertung der angefertigten Filme. Die Positivkopie im 35 mm Filmformat ist dafür zu klein. Daher betrachtet man die einzelnen Bilder in einem Vergrößerungsapparat. Es wird lediglich die Filmführung so gestaltet, daß die Filmbene einen konstanten Abstand vom Objektiv besitzt und das Durchziehen der gesamten Filmrolle gestattet. Der Abstand Objektiv - Projektionsebene wird so gewählt, daß das projizierte Bild der natürlichen Größe entspricht. Dieser Abstand wird bei allen Untersuchungen beibehalten.

Jetzt zeichnet man die Umrisse von Gelenkbahn und Kieferköpfchen auf und fertigt danach Zeichenschablonen an. Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Schablonen so zu erweitern, daß andere anatomische Begrenzungen mit einbezogen werden, also im Oberkiefer den Proc. mastoideus und den Jochbogen, und im Unterkiefer den gesamten aufsteigenden Ast bis zum Kieferwinkel. Die Orientierung im Röntgenbild wird dadurch sehr erleichtert. Jetzt sieht man den Film nach Szenen durch, in denen gerade eine Öffnungs- oder eine Schließbewegung zu erkennen ist. Im Durchschnitt entspricht dies ca. sechs Einzelbildern. In drei bis vier Bildern ist eine Verlagerung des Kondylus festzustellen. Diese Bilder werden jeweils in eine Zeichnung der Gelenkpfanne projiziert und mit der Schablone nachgezeichnet. So ist es möglich, aufeinanderfolgende Bewegungsphasen in einer Abbildung zusammenzufassen. Diese Darstellungen eines Bewegungsablaufes lassen sich gegenüberstellen und miteinander vergleichen.

VI. ERGEBNISSE

1. Darstellung der Ergebnisse

Der Versuch wurde an zehn Probanden durchgeführt. Sie waren zwischen 23 und 30 Jahre alt. Es bestanden keine Gelenkbeschwerden. Bis auf eine Versuchsperson wiesen alle ein Gebiß mit vier Stützzonen auf. Im Versuch wurde jeweils nach fünf Minuten eine kurze Szene gefilmt. Die beiden ersten Beispiele zeigen die dabei auftretenden Veränderungen des Bewegungsablaufs in sämtlichen Phasen. Es werden wegen der größeren Übersichtlichkeit zuerst die Öffnungs- und dann die Schließbewegungen aufgezeichnet. Bei den restlichen Versuchen werden jeweils die Anfangsphasen den Endphasen der Öffnungs- bzw. Schließbewegung gegenübergestellt.

Fall Nr. 1: 30 Jahre

Zahnschema:

17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung



nach 5 Min.

Schließbewegung



Vor der Registrierung



nach 5 Min.

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

keine sagittale Abweichung

1,0 mm nach links



nach 10 Min.



nach 15 Min.



nach 20 Min.



nach 25 Min.



Ende der Registrierung



nach 10 Min.



nach 15 Min.



nach 20 Min.



nach 25 Min.



Ende der Registrierung

Fall Nr. 2: 29 Jahre

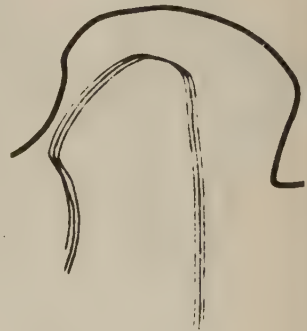
Zahnschema:

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
47	46	45	44	43	42	41		31	32	33	34	35	36	37	

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung



nach 5 Min.

Schließbewegung



Vor der Registrierung



nach 5 Min.

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

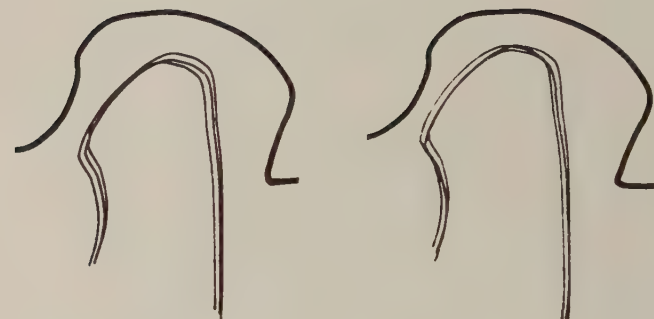
keine Abweichung



nach 10 Min.

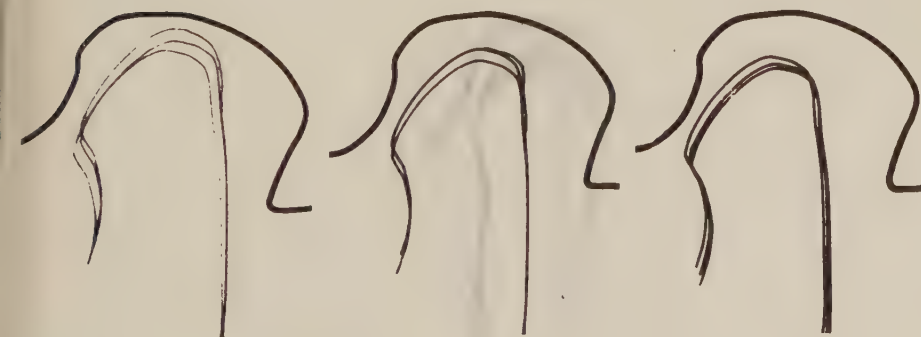
nach 15 Min.

nach 20 Min.



nach 25 Min.

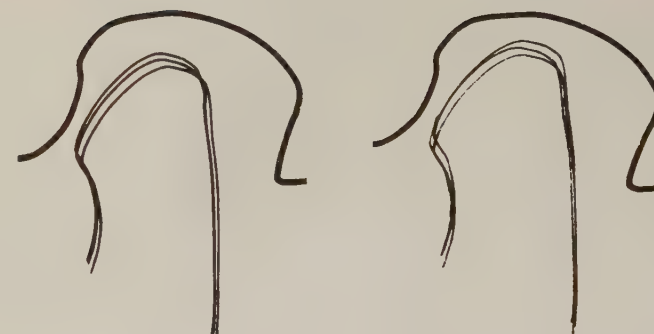
Ende der Registrierung



nach 10 Min.

nach 15 Min.

nach 20 Min.



nach 25 Min.

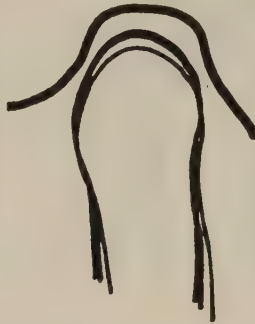
Ende der Registrierung

Fall Nr. 3: 23 Jahre

Zahnschema

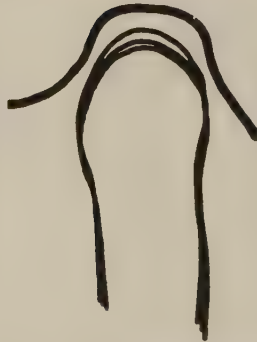
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47		45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



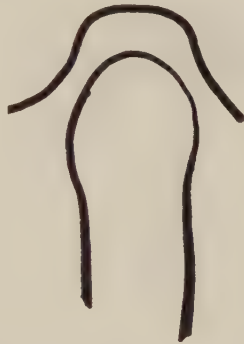
Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

5,0 mm nach distal

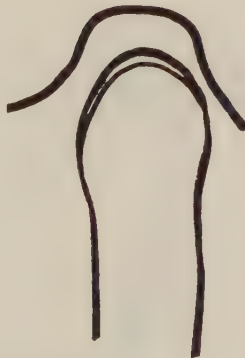
keine laterale Abweichung

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



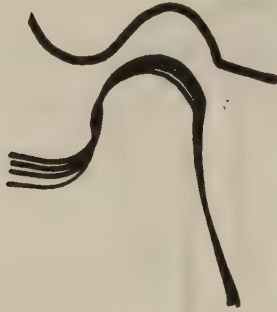
Nach der Registrierung

Fall Nr. 4: 25 Jahre

Zahnschema:

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



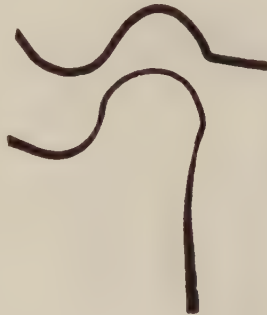
Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

1,5 mm nach mesial

1,1 mm nach links

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



Nach der Registrierung

Fall Nr. 5: 26 Jahre

Zahnschema:

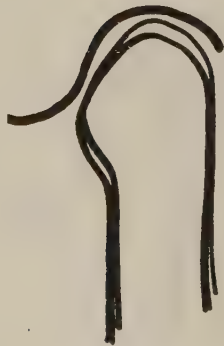
17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28	
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

1,05 mm nach distal

keine laterale Abweichung

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



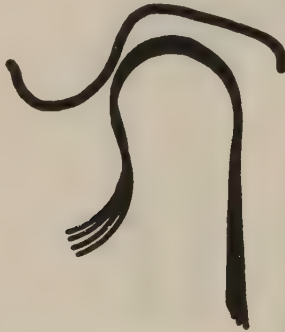
Nach der Registrierung

Fall Nr. 6: 24 Jahre

Zahnschema:

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
48	47		45	44	43	42	41	31	32	33	34	35		37 38

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

1,6 mm nach distal

0,4 mm nach rechts

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



Nach der Registrierung

Fall Nr. 7: 24 Jahre

Zahnschema:

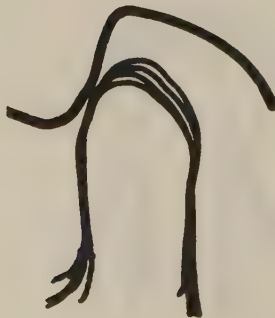
17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

keine sagittale Abweichung

1,0 mm nach links

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



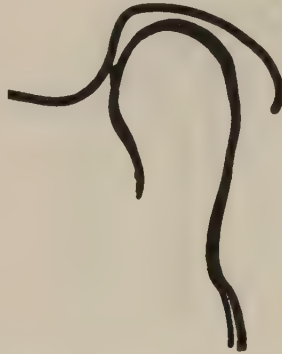
Nach der Registrierung

Fall Nr. 8: 23 Jahre

Zahnschema:

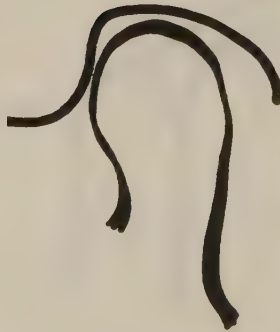
17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35		37

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

keine Abweichung

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



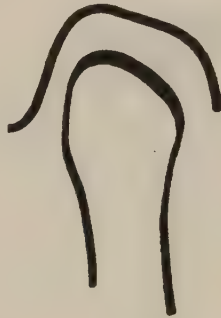
Nach der Registrierung

Fall Nr. 9: 24 Jahre

Zahnschema:

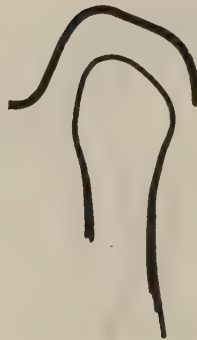
17	16	15		13	12	11	21	22	23	24	25	27	
47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

keine Abweichung

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



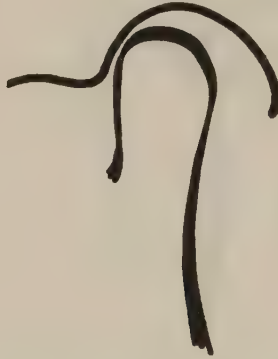
Nach der Registrierung

Fall Nr. 10: 23 Jahre

Zahnschema:

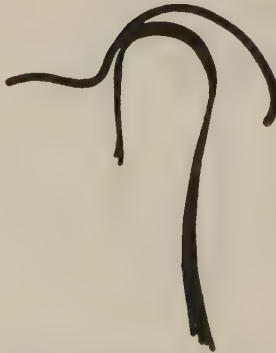
18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

Öffnungsbewegung



Vor der Registrierung

Schließbewegung



Vor der Registrierung

Abweichung des Unterkiefers während der Registrierung:

1,0 mm nach distal

keine laterale Abweichung

Öffnungsbewegung



Nach der Registrierung

Schließbewegung



Nach der Registrierung

2. Auswertung der eigenen Ergebnisse

In den gezeigten Gegenüberstellungen sieht man ein deutliches Zusammenfallen der übereinandergezeichneten Einzelbilder bei den jeweiligen Endbefunden. Das bedeutet zunächst nur eine Homologisierung und Einschränkung der Kondylenbewegung. Zur genaueren Untersuchung, bei der eine annähernd gleiche Mundöffnung des Probanden angenommen werden kann, muß aber unterschieden werden zwischen der Bewegung des Kondylus und der Bewegung, die der Unterkieferast ausführt.

Der Kondylus führt zu Beginn der Registrierung eine ausgeprägte Bewegung sowohl in sagittaler als auch in vertikaler Richtung aus, wie sie auch ZIMMER (59) beschrieb. Die Bewegungskomponenten müssen dabei nicht gleichmäßig stark ausgeprägt sein. Am Ende des Versuchs zeigen die Beispiele aber eine beinahe unveränderte Kondylenlage.

Anders aber der Processus condylaris des Ramus mandibulae. Zwar liegen die einzelnen Linien, bedingt durch die relative Ruhigstellung des Kondylus, ebenfalls näher zusammen, doch weisen sie immer noch auf eine Bewegung hin, die in ihrem Umfang im Rahmen der vom Probanden durchgeführten Mundöffnung von ca. 5 mm liegt.

Die Kombination der beiden oben beschriebenen Teilbewegungen führt bei bleibender Öffnungsbewegung des Unterkiefers und gleichzeitiger Einschränkung der Translationsbewegung der Kondylen zu einer Rotation des Unterkiefers um die Kondylen. Es existiert somit eine Scharnierachse, die durch die beiden Kondylen verläuft und die in ihrer Lage von der terminalen

Scharnierachse in der "Hinge axis position" abweicht. Man kann sie als "funktionelle Scharnierachse" bezeichnen.

Die Rotationsbewegung entsteht unbeeinflusst vom Ergebnis der Stützstiftregistrierung. Es spielt keine Rolle, in welche Richtung sich der Unterkiefer während der Registrierung verlagert.

Die Kondylenbewegung wird dabei durch keine röntgenologisch erkennbare anatomische Gegebenheiten beeinflusst.

Wie KROGH-POULSEN (34) die reine Rotation in der terminalen Scharnierachse ausschließt und sie als eine Annäherung von Vertikal-, Sagittal- und Rotationsbewegung an einen gemeinsamen Punkt verstanden wissen will, kann hier ebenfalls die Rotationsachse nur als Näherungswert aus verschiedenen Faktoren angenommen werden. Bei der terminalen Scharnierachse sind diese Faktoren - die Gelenkbänder und, mit gewissen Einschränkungen, die Kaumuskulatur - bekannt. Diese Rotationsachse aber scheint sich aus einem physiologischen Zusammenspiel der Kaumuskulatur zu ergeben. Ob dieser Synergismus als Muskelgleichgewicht (KOBES (31)) oder als Ergebnis des viel weiter begrenzten "Muscle memory" (RAMFJORD, ASH (49)) bezeichnet werden soll, kann nicht entschieden werden.

VII. DISKUSSION

1. Kritik der Untersuchungsmethode

Bei der Suche nach einer geeigneten Untersuchungsmethode wurde bereits darauf geachtet, aufgetretene Methoden- und Verfahrensfehler auszuschneiden. Entsprechend dieser Voraussetzungen wurden die Zeichnungen nicht rechnerisch ausgewertet. Jeder diesbezügliche Versuch muß sogar als Fehler gewertet werden, obwohl andere Autoren, wie POSSELT (46), solche Ergebnisse schon veröffentlichten.

Die Übereinanderzeichnung verschiedener Phasen einer Szene ist dagegen ohne Einschränkung möglich, da der direkte Vergleich von verschiedenen Lagen des Kondylus durch die kurze Zeitspanne (5 Bilder einer Szene bei einer Filmgeschwindigkeit von 24 Bildern/sec. entsprechen ca. 0,2 sec.), über die die Aussage gilt, den Einfluß störender Faktoren weitgehend ausschließt.

Eine größere Einschränkung der Aussage der Untersuchungen besteht in der Auswertung von jeweils nur einer Projektion des Gelenkköpfchens. Dieser Fehler muß in Kauf genommen werden, denn neben einer höheren Strahlenbelastung der Versuchsperson ist eine identische Reproduktion der Einstellung von der anderen Seite her nicht möglich (FRÖHLICH (12)). Durch den Stützstift erreicht man aber eine Drei-Punkt-Abstützung des Unterkiefers, nämlich mit dem Registrierstift und den beiden Kondylen. Der Bewegungsablauf von zwei Eckpunkten des in diesem Falle gegebenen gleichschenkligen Dreiecks ist aber bekannt, einmal die Rotation in einem der Kondylen und zum anderen die Bewegung des Registrierstiftes beim Öffnen des Mundes in einer zu der Fläche dieses Dreiecks senkrecht stehenden

Ebene. Deshalb muß der zweite Kondylus eine identische Bewegung ausführen. Der Begriff der Rotationsachse, die durch die beiden Kondylen verläuft, kann deshalb beibehalten werden.

2. Schlußfolgerungen

DAIMINGER (8) stellte bei der in diesem Versuch verwendeten Registriermethode nach KOBES (31, 32) Abweichungen zu den mit anderen intraoralen Stützstiftregistrierungen (GERBER (13, 14), CLEMENÇON (5), JAHN (27), FRÖHLICH (11), HUPFAUF (25)) erhaltenen Werten fest. Dabei ergab diese Methode neben der terminalen Scharnierachse die am besten reproduzierbare Unterkieferlage. Die in unseren Versuchen beobachtete Ausbildung einer Scharnierachse bestätigt die Untersuchungen DAIMINGERS.

Die Achse liegt an irgendeinem Punkt zwischen der Fossa mandibularis und dem Tuberculum articulare. Sie kann nicht durch ein Widerlager aus Knochen oder Bändern gehalten werden. Ebenso fehlt die Abstützung durch die Zähne, da diese schon zu Beginn der Registrierung außer Kontakt gebracht werden. So ist diese Unterkieferposition mit der vergleichbar, die der Kieferorthopäde bei der Behandlung des Distalbisses mit dem Aktivator erzielt. Doch können hier die Kondylen nicht, wie es KOBES (30) beschrieb, nach Auflösung der Stütz zonen im Seitenzahnbereich in die Fossa mandibularis absinken.

Diese Aussage ist bis jetzt nur bei Patienten gültig, die subjektiv keine Kiefergelenksbeschwerden aufweisen. Soll das angegebene Registrierverfahren bei der Behandlung von Störungen im Bereich des Kiefergelenkes angewendet werden, in der man meist eine möglichst aus-

geprägte Dorsalposition des Unterkiefers, entsprechend der terminalen Scharnierachse, herbeizuführen versucht, ist eine genaue Differentialdiagnose wichtig:

Auszuschließen sind mechanische Ursachen der Erkrankung, wie Luxation, Subluxation, Diskusluxation, Frakturen- und Knorpelabsplitterungen und alle entzündlichen Veränderungen, die zu Arrosionen in Knorpel und Knochen führen. In diesen Fällen, die eine Einschränkung der Bewegungsfreiheit des Gelenkes erforderlich machen, um zusätzliche Reize zu vermeiden, ist die Einstellung des Unterkiefers in die terminale Scharnierachse indiziert.

Bei funktionellen Störungen, deren Ursachen Malokklusion, Frühkontakte, muskuläres Fehlverhalten, wie Knirschen und Pressen, und psychisch bedingte Erregungszustände sein können, bietet die Stützstiftregistrierung eine alternative Möglichkeit der Therapie.

Da dieses Krankheitsbild meist eine schmerzhaft gespannte Muskulatur aufweist, ist die manuelle Reposition des Unterkiefers in die terminale Scharnierachse oft nicht möglich. Eigene Erfahrungen bestätigen die Beobachtungen KROGH-POULSENS (34), daß sich in einigen Fällen diese Achse während einer Kiefergelenksbehandlung mit der Besserung des Krankheitsbildes weiter nach distal verlagerte.

In diesen Fällen bietet sich die Stützstiftregistrierung als echte Alternative an. Durch die halbstündige Hackbewegung sollte es möglich sein, die Verspannungen der Muskulatur so weit zu lösen, daß eine Unterkieferposition erreicht wird, in der die

Kaumuskulatur ihren physiologischen Muskeltonus beibehalten kann und Parafunktionen nicht so schnell Schmerzensationen auslösen. Es bedarf aber weiterer Untersuchungen, diese Zusammenhänge darzustellen.

VIII. ZUSAMMENFASSUNG

An zehn Probanden, die alle ein Gebiß mit vier erhaltenen Stützzonen besaßen und keine Kiefergelenksbeschwerden aufwiesen, wurde eine Stützstiftregistrierung nach der Methode von KOBES (31, 32) durchgeführt. Ziel der Versuche war es, während der Registrierung, die sich über 30 Minuten erstreckte, die Bewegung der Kondylen im Kiefergelenk darzustellen. Für diese Untersuchungen bediente man sich der kinematographischen Aufzeichnung von Kiefergelenksröntgenbildern und erhielt durch Überzeichnung von aufeinanderfolgenden Einzelaufnahmen eine vergleichbare Darstellung der Kondylenbewegung.

Dabei ergibt sich, daß der Unterkiefer in Bewegung während der Registrierung eine Lage einnimmt, die allein durch das Zusammenwirken der Muskulatur bestimmt ist. Aus dieser Lage läuft die Öffnungsbewegung in ihrer ersten Phase und die Schließbewegung des Mundes in ihrer letzten Phase als Rotationsbewegung ähnlich wie bei der terminalen Scharnierachse ab.

Diese Position des Unterkiefers ist nach den Untersuchungen DAIMINGERS (8) mit einer mittleren Abweichung von 0,25 mm bzw. 0,36 mm reproduzierbar.

Damit besteht neben der terminalen Scharnierachse eine zweite Möglichkeit der Unterkieferlagebestimmung, die "funktionelle Scharnierachse".

Die terminale Scharnierachse läßt zwar eine wesentlich genauere Lagebestimmung des Unterkiefers zu, die sich leicht auf einen Artikulator übertragen läßt. Sie hat aber den Nachteil, daß der Unterkiefer durch den Behandler geführt werden muß. Dies ist bei funktionellen Kiefergelenksbeschwerden meist nicht exakt möglich. Im Gegensatz zu dieser "Forced position" kann die funktionelle Achse ohne äußere Beeinflussung ermittelt werden. Diese Stützstift-registriermethode stellt ein geeignetes diagnostisches Hilfsmittel für die okklusale Rehabilitation dar. Allerdings ist die Anwendung bei Patienten mit Kiefergelenkserkrankungen noch zu untersuchen.

IX. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) El-Aramany, M.A. Evaluation of the Needle Point
George, W.A. Tracing as a Method for
Scott, R.H. Determining Centric Relation
J. prosth. Dent. 15, 1043 -
1054 (1965)
- 2) Atwood, D.A. A Critique of Research of the
Posterior Limit of the
Mandibular Position
J. prosth. Dent. 20, 21 - 36
(1968)
- 3) Beckmann, B. Die Bewegung des Kiefer-
köpfchens bei der Öffnungs-
bewegung des Unterkiefers im
Röntgenbild
Med. Diss. Köln 1938
- 4) Benner, F. Das Röntgenschnittaufnahme-
verfahren (Tomographie) und
Junck, H. seine Verwendbarkeit im Kiefer-
gebiet
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 41,
845 - 849 (1938)
- 5) Clémenton, R. Die Zentrallage des Unterkiefers
und das Funktionsmuster in der
Totalprothetik
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 78,
611 - 616 (1968)
- 6) Clementschitsch, F. Röntgendarstellung des
Gesichtsschädels
Urban & Schwarzenberg, Wien
1948
- 7) Costen, J.B. Syndrome of Ear and Sinus
Symptoms Dependent upon
Disturbed Function of the
Temporomandibular Joint
Ann. Otol. Rhin. u. Laryng
43, 1 (1934)

- 8) Daiminger, M. Vergleichende Untersuchungen
von vier Methoden zur Bestimmung
der horizontalen Kieferbezie-
hungen und Kontrolle ihrer
Reproduzierbarkeit
Med. Diss. München 1972
- 9) Eichner, K. Röntgenkinematographische Studien
der Bewegungen des Kondylus
zahnloser Patienten
Dtsch. zahnärztl. Z. 22,
251 - 258 (1967)
- 10) Fox, S. The Significance of Errors in
Hinge Axis Location
J. Amer. dent. Ass. 74, 1268
(1967)
- 11) Fröhlich, F. Der Begriff der zentrischen
Okklusion
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77,
929 - 947 (1967)
- 12) Fröhlich, F. Zur Reproduzierbarkeit von
Kiefergelenkröntgenbildern
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77,
611 - 630 (1967)
- 13) Gerber, A. Logik und Mystik der Kiefer-
gelenkbeschwerden I. Teil
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74,
Nr. 8, 687 - 697 (1964)
- Logik und Mystik der Kiefer-
gelenkbeschwerden II. Teil
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 74,
Nr. 10, 879 - 885 (1964)
- 14) Gerber, A. Prof. Dr. h. c. Alfred Gysi,
geb. am 31. August 1865, sein
wissenschaftliches Vermächtnis
und wir
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 75,
827 - 844 (1965)

- 15) Gerber, A. Registriertechnik für Prothetik,
Okklusionsdiagnostik, Okklusions-
therapie
Condylator Service, Zürich 1966
- 16) Grasso, J.E.
 Sharry, J. The Duplicability of Arrow-
Point Tracings in Dentulous
Subjects
J. prosth. Dent. 20, 106 - 115
(1968)
- 17) Gysi, A. Kieferbewegung und Zahnform
Handbuch der Zahnheilkunde
Band IV von Julius Scheff
Urban & Schwarzenberg
Wien 1929, S. 24
- 18) Hayek, H.v. Kieferöffnung und Ligamentum
temporomandibulare
Z. Anat. u. Entwicklungsgesch.
107, 231 - 234 (1937)
- 19) Hedegard, B.
 Lundberg, M.
 Wictorin, L. Masticatory Function - A Cine-
radiographic Study
IV. Duration of the Masticatory
Cycle
Acta odont. scand. 28, 859
(1970)
- 20) Hielscher, W. Über die Diagnostik der funktions-
bedingten Kiefergelenkerkrankungen
Dtsch. Zahn-, Mund- u. Kiefer-
heilk. 37, 251 - 269 (1962)
- 21) Hielscher, W. Das Kiefergelenk
I. Kritische Betrachtung zur
Röntgen-Diagnostik
Dtsch. Zahnärztebl. 15, 523 - 529
(1961)
- Das Kiefergelenk
II. Röntgentopographische
Studien - Schüller-Projektion -
und diagnostische Konsequenzen
Dtsch. Zahnärztebl. 15, 554 - 562
(1961)

- 22) Hielscher, W. Zur Kiefergelenk-Diagnostik auf
röntgenologischem Gebiet unter
Zuhilfenahme kinematographischer
Studien der kondylären Bewegungs-
bahnen
Dtsch. zahnärztl. Z. 16,
1210 - 1217 (1961)
- 23) Hromatka, A. Die Schluckbißnahme
Zahnärztl. Welt 60, 134
(1959)
- 24) Hromatka, A. Bißregistrierung als Bewegungs-
aufgabe
Dtsch. zahnärztl. Z. 16,
1217 (1961)
- 25) Hupfauf, L. Zur Problematik der Biß-
registrierung beim zahnlosen
Patienten
Dtsch. zahnärztl. Z. 21,
761 - 770 (1966)
- 26) Hupfauf, L. Funktionelle Beziehungen
zwischen Okklusion und Kiefer-
gelenk
Dtsch. Zahnärztebl. 23,
563 - 571 (1969)
- 27) Jahn, E. Die Bißnahme bei der totalen
Prothese
Dtsch. zahnärztl. Z. 11,
1059 - 1068 (1956)
- 28) Janker, R. Röntgenaufnahmetechnik I u. II
Joh. Ambr. Barth Verlag
Leipzig 1945
- 29) Janker, R. Röntgenologische Funktions-
diagnostik mittels Serienauf-
nahmen und Kinematographie
Verlag Girardet
Wuppertal-Elberfeld 1954
- 30) Kobes, L. Bestimmung und Fixierung der
intermaxillären Distanz bei der
Anfertigung festsitzenden Zahn-
ersatzes im Seitenzahnbereich
Dtsch. zahnärztl. Z. 20,
634 - 638 (1965)

- 31) Kobes, L. Darstellung von Vertikal-
dimension und Zentralokklusion
als Aufgabe prothetischer
Maßnahmen
Dtsch. zahnärztl. Z. 21,
500 - 505 (1966)
- 32) Kobes, L. Beitrag zur Rekonstruktion der
zentrischen Kieferhaltung beim
Lückengebiss
Dtsch. zahnärztl. Z. 21,
699 - 707 (1966)
- 33) Krogh-Poulsen, W. Die Bewegungsanalyse
Voss, R. Dtsch. zahnärztl. Z. 21,
877 - 882 (1966)
- 34) Krogh-Poulsen, W. Kursmanuskript
München 1972
- 35) Kühl, W. Das Bestimmen der vertikalen und
horizontalen Kieferrelationen im
teilbezahnten Kiefer
Handbuchbeitrag in:
Praxis der Zahnheilkunde
Urban und Schwarzenberg
München-Berlin-Wien 1968
- 36) Kühl, W. Geometrie der scharnieryelenk-
bezüglichen Modellorientierung
Dtsch. zahnärztl. Z. 22,
873 - 875 (1967)
- 37) Kühl, W. Untersuchungen zur Bißnahme für
Frank, H.G. totalen Zahnersatz
Dtsch. zahnärztl. Z. 21,
1384 - 1390 (1966)
- 38) Kühl, W. Untersuchungen zur Bißnahme
Rossbach, A. bei Zahnlosen
Dtsch. zahnärztl. Z. 23,
1393 - 1396 (1968)
- 39) Kühl, W. Zur Okklusionsdiagnostik und
Frank, H.G. Okklusionstherapie
Rossbach, A. Dtsch. Zahnärztebl. 23,
571 - 577 (1969)

- 40) Lauritzen, A. Variations in Location of
 Bodner, G. Arbitrary and True Hinge Axis
 Points
 J. prosth. Dent. 11, 224 - 229
 (1961)
- 41) Loscher, H. Experimenteller Beitrag zum
 Problem der mandibulären
 Äquilibration
 Med. Diss. Erlangen 1971
- 42) Lucia, V. A Technique for Recording Centric
 Relation
 J. Prosth. Dent. 14, 492 - 505
 (1964)
- 43) Marolt, A. Beitrag zur Röntgenographie des
 Kiefergelenkes
 Dtsch. zahnärztl. Z. 12,
 1289 - 1299 (1957)
- 44) Müller, H. Die röntgenologische Darstellung
 des Kiefergelenkes und ihre
 Bedeutung für die Kiefer-
 orthopädie
 Zahnärztl. Welt 11/57, 201 - 206
 (1956)
- 45) Parma, C. Röntgenographie der Zähne
 und Kiefer
 Urban und Schwarzenberg
 Wien 1929
- 46) Posselt, U. Studies in the Mobility of the
 Human Mandible
 Acta odont. scand. 10, 19 - 160
 (1952)
- 47) Puff, A. Die funktionelle Bedeutung des
 Kiefergelenkes im orofacialen
 System
 Dtsch. Stomat. 18, 141
 (1968)
- 48) Puff, A. Röntgenkinematographische Unter-
 Krause, G. suchungen am Kiefergelenk unter
 funktioneller Belastung
 Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 189
 (1965)

- 49) Ramfjord, S.P.
Ash, M.M. Occlusion
W.B. Saunders Comp.
Philadelphia-London 1966
- 50) Reichenbach, E.
Hagen, B. Die Feststellung der sagittalen
Kieferbeziehungen beim Aufbau
der Totalprothese
Stoma (Heidelb.) 3, 125 - 140
(1963)
und
Stoma (Heidelb.) 4, 230 - 242
(1963)
- 51) Sauer, G. Bestimmung der sagittalen Unter-
kieferlage nach sechs verschie-
denen Methoden und Kontrolle der
Reproduzierbarkeit
Dtsch. Zahnärztebl. 23,
468 - 479 (1969)
- 52) Schwarz, M. Die automatische reine Scharnier-
bewegung im Kiefergelenk
Z. Stomat. 25, 287 - 299
(1927)
- 53) Setz, D. Ein Beitrag zur Röntgen-
diagnostik von Kiefergelenken
Zahnärztl. Welt 63, 498 - 504
(1962)
- 54) Sicher, H. Die reine Scharnierbewegung im
Kiefergelenk
Z. Stomat. 26, 394 - 395
(1928)
- 55) Silvermann, M.M. Okklusion in der Prothetik und
im natürlichen Gebiß
Verlag Die Quintessenz
Berlin 1964
- 56) Sobotta-
Becher Atlas der deskriptiven Anatomie
des Menschen, Teil I
Urban und Schwarzenberg
München-Berlin 1964

- 57) Spirgi, M.
Nicolas, G. Die Lauritzen-Technik für die
Therapie parodontaler Läsionen
und funktioneller Störungen
des Kiefergelenks
Dtsch. zahnärztl. Z. 22,
811 - 818 (1967)
- 58) Steinhardt, G. Die praktische Bedeutung der
Röntgenaufnahmen des Kiefer-
gelenkbereiches
Dtsch. zahnärztl. Z. 10,
349 - 354 (1955)
- 59) Zimmer, E.A. Die Röntgenologie des Kiefer-
gelenkes
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 51,
949 - 983 (1941)

Für die Anregung zu dieser Arbeit danke
ich Herrn Priv. Doz. Dr. Dr. P. Fuchs
und für die Arbeitsmöglichkeit in seiner
Abteilung Herrn Prof. Dr. K. Decker.

Lebenslauf

Am 31. März 1945 wurde ich, Reinhard Hossner, als Sohn des Bankkaufmanns Karl Hossner und seiner Ehefrau Edeltraut, geb. Rausch, in Tetschen-Bodenbach geboren.

Nach vier Jahren Volksschule in Bischofswiesen, Pappenheim und München besuchte ich 1955 das Ludwigsgymnasium in München. 1957 trat ich in die Rupprecht-Oberrealschule München über und legte dort 1964 die Reifeprüfung ab.

Das Studium der Zahnheilkunde begann ich im Wintersemester 1964/65 an der Universität München. Am 28.4.1966 bestand ich dort die naturwissenschaftlich-zahnärztliche Vorprüfung, am 25.10.1967 die zahnärztliche Vorprüfung und am 17.7.1970 das zahnärztliche Staatsexamen.

Seit dem 17.8.1970 bin ich an der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universität München beschäftigt.

